

planificación urbana y contaminación atmosférica

ARTURO GARCIA ARROYO, Dr. en Ciencias

367-1



sinopsis

Teniendo en cuenta las turbulencias y diferencias de presión que se forman alrededor de un edificio sometido a la acción del viento, es posible encontrar las normas óptimas de diseño que permiten un aumento en la ventilación de la zona en que aquél se levante. El incremento de la velocidad del aire y los cambios de dirección, pueden emplearse para disminuir la contaminación atmosférica en determinados puntos de las grandes áreas urbanas. Para un estudio práctico del problema se recomienda el empleo del método de modelos reducidos en un túnel de viento de baja velocidad.

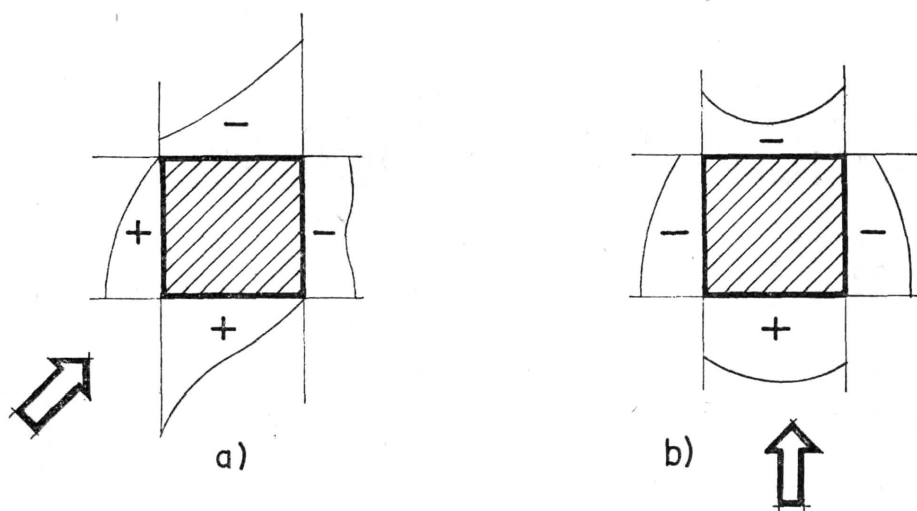
Introducción

La alta concentración de humos (partículas en suspensión) y gases nocivos (CO, SO₂, etc.) en las zonas urbanas se ha convertido, en los últimos años, en uno de los problemas principales de las grandes ciudades. El índice de contaminación atmosférica alcanzado en algunos puntos de los núcleos urbanos representa, en ciertas épocas del año, un grave peligro para la salud de las personas que viven o trabajan en sus proximidades. La evolución actual de la sociedad hará que, de no remediarse, dicho índice se eleve a límites letales.

¿Cómo puede contribuir la planificación urbana a la solución del problema?

Cuando las fuentes de contaminación son inevitables (calefacciones, factorías, vehículos motorizados, etc.), el único medio natural de anular o disminuir los componentes nocivos del aire es una buena ventilación. Aunque los vientos locales responden a leyes climatológicas completamente aleatorias y, por consiguiente, imprevisibles para el hombre, pueden arbitrarse normas de diseño urbano que permiten mejorar las condiciones de ventilación del entorno ambiental cambiando la dirección e intensidad del flujo de aire.

En las agrupaciones urbanas de nueva planta, una planificación correcta puede evitar el problema. En las zonas de población con una antigua estructura urbana, caso más frecuente, la distribución estratégica de edificios altos puede alterar favorablemente la dirección e intensidad de los vientos dominantes creando circulaciones forzadas.



1

Movimiento del aire debido a la presión del viento

Cuando el viento sopla sobre un edificio, el aire cambia su dirección alrededor de él y da lugar a zonas de diferente presión. La presión del aire en las superficies perpendiculares a la dirección del viento es superior a la atmosférica (zona de presión). La presión del aire en las superficies que no se enfrentan a la dirección de propagación del viento es inferior a la atmosférica (zona de succión).

Los trabajos realizados por Irminger y Nøkkentved sobre los efectos de la presión del viento en los edificios (1) mostraron que, en una construcción rectangular, las zonas de presión y succión sobre sus caras dependen de la dirección del viento que las bate. En los techos siempre se presenta una zona de succión.

La figura 1 muestra, de una manera esquemática, la distribución de presiones en las caras de un edificio rectangular para dos direcciones del viento. Los signos (+) y (—) identifican las zonas de presión y succión, respectivamente.

En estos efectos se basan las disposiciones tendentes a controlar la ventilación de las áreas urbanas y evitar así el estancamiento de las «nubes de polución».

Ventilación y planificación urbana

Desde el punto de vista de la salubridad y del confort, los factores generales más importantes que afectan a la planificación urbana son: recorrido solar y formación de sombras, protección contra la lluvia y las radiaciones del sol y condiciones de ventilación dentro y fuera de los edificios. Estos factores deben tenerse en cuenta al decidir las dimensiones laterales y la altura de las estructuras en relación con el resto de la ciudad, la separación entre edificios, orientación de la red viaria, distribución y superficie de espacios abiertos, etc.

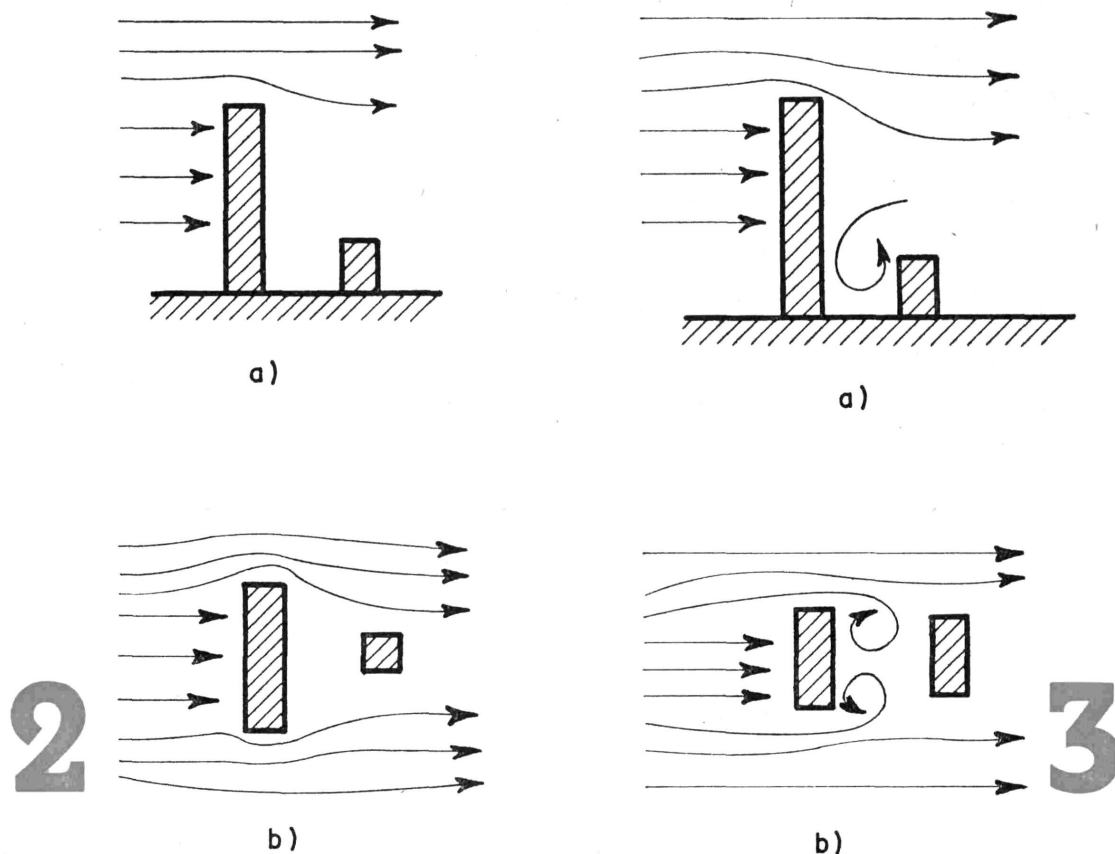
En construcción nunca puede hablarse de una solución única, sobre todo cuando existen factores tan opuestos como termología y acústica por ejemplo. La solución óptima es una decisión

de compromiso. Es decir, el máximo bienestar se consigue a través, de la integración efectiva, de factores tales como clima, hombre, arquitectura, sociología y economía.

No vamos a hablar aquí de estas u otras interacciones. Unicamente trataremos de exponer algunas ideas sobre la planificación urbana como vía de solución del problema de la polución atmosférica.

Las dimensiones de los edificios y/o manzanas de edificios afectan a la ventilación del área urbana que configuran de un modo importante. Un edificio, en un espacio abierto, permite que el aire que circula en su parte posterior (según la dirección del viento) lo haga con una velocidad muy pequeña. Es decir, crea una zona de «sombra de ventilación». Del mismo modo, una serie de edificios contiguos, perpendiculares a la dirección de propagación del viento, ocasiona un efecto de pantalla que anula el movimiento del aire detrás de ella. En muchas de las llamadas «segundas filas» de las modernas urbanizaciones veraniegas de la costa marítima, la orientación de las calles, paralelas a la playa, impide que la brisa refrescante penetre en ellas. Es innegable que en estas segundas filas la corrosión de las estructuras, por las sales del aire marítimo, se presenta más tarde que en la primera.

Aunque la velocidad del viento en campo abierto es mucho mayor, generalmente, que dentro de las áreas urbanas, los espacios abiertos, calles, plazas y parques permiten que el aire pase entre los edificios mejorando las condiciones de ventilación, dado que el flujo de aire que pasa por encima de las construcciones induce una corriente secundaria hacia abajo que aumenta en los espacios abiertos y a lo largo de las calles.



En una zona urbana con edificios de similar altura se produce una separación entre el flujo de aire que pasa libremente por encima de las construcciones y el flujo de aire que circula entre ellas. La relación entre ambos flujos depende de las separaciones entre edificios y de sus dimensiones. Cuanto mayor sean estos factores, menor será la velocidad del aire a nivel del suelo.

Según los trabajos experimentales de Wise y otros autores (2) y Givoni (3), un solo edificio alto colocado en medio de una zona de construcciones de altura inferior a aquél modifica apreciablemente las condiciones de ventilación del entorno a nivel de la calle. Este efecto depende de las dimensiones horizontales del edificio alto, así como de su posición respecto de la dirección del viento. Cuando las dimensiones horizontales del edificio alto son mayores que las de los que se encuentran inmediatamente detrás de él (según la dirección de propagación del viento), el flujo de aire se desvía de tal modo que deja una zona de «sombra» detrás del edificio alto (ver la fig. 2). Por el contrario, si las dimensiones horizontales del edificio alto son iguales o inferiores que las de los que se encuentran detrás de él (según la dirección de propagación del viento), se inducen, alrededor del edificio alto, unas zonas de diferente presión y turbulencias que sirven para mejorar las condiciones de ventilación del entorno (ver figura 3).

Puede concluirse, al respecto, que una serie de edificios altos, apropiadamente diseñados y dispuestos dentro de una zona urbana más o menos homogénea, pueden hacer que las condiciones de ventilación del área cambien sensiblemente.

Método experimental. Túnel de viento

Los problemas de ventilación natural, dirigidos a favorecer el movimiento del aire contaminado en una zona urbana, pueden estudiarse, bien realizando determinaciones reales in situ bajo condiciones naturales, o bien empleando la técnica de modelos reducidos en un túnel de viento de baja velocidad para condiciones simuladas.

Son muy escasas las investigaciones desarrolladas en el mundo sobre este problema. Tal vez los únicos trabajos se han llevado a cabo en los centros de la Building Research Station de Inglaterra e Israel. En todos ellos se ha seguido el procedimiento de los modelos reducidos, dada la variabilidad de las condiciones naturales y las perturbaciones ocasionadas por la interacción entre las estructuras vecinas.

La mayor dificultad que entraña el empleo de los modelos reducidos radica en la necesidad de que los números de Reynolds del modelo y del cuerpo real simulado sean idénticos (*).

$$(*) \quad Re = V \cdot D / \nu$$

donde:

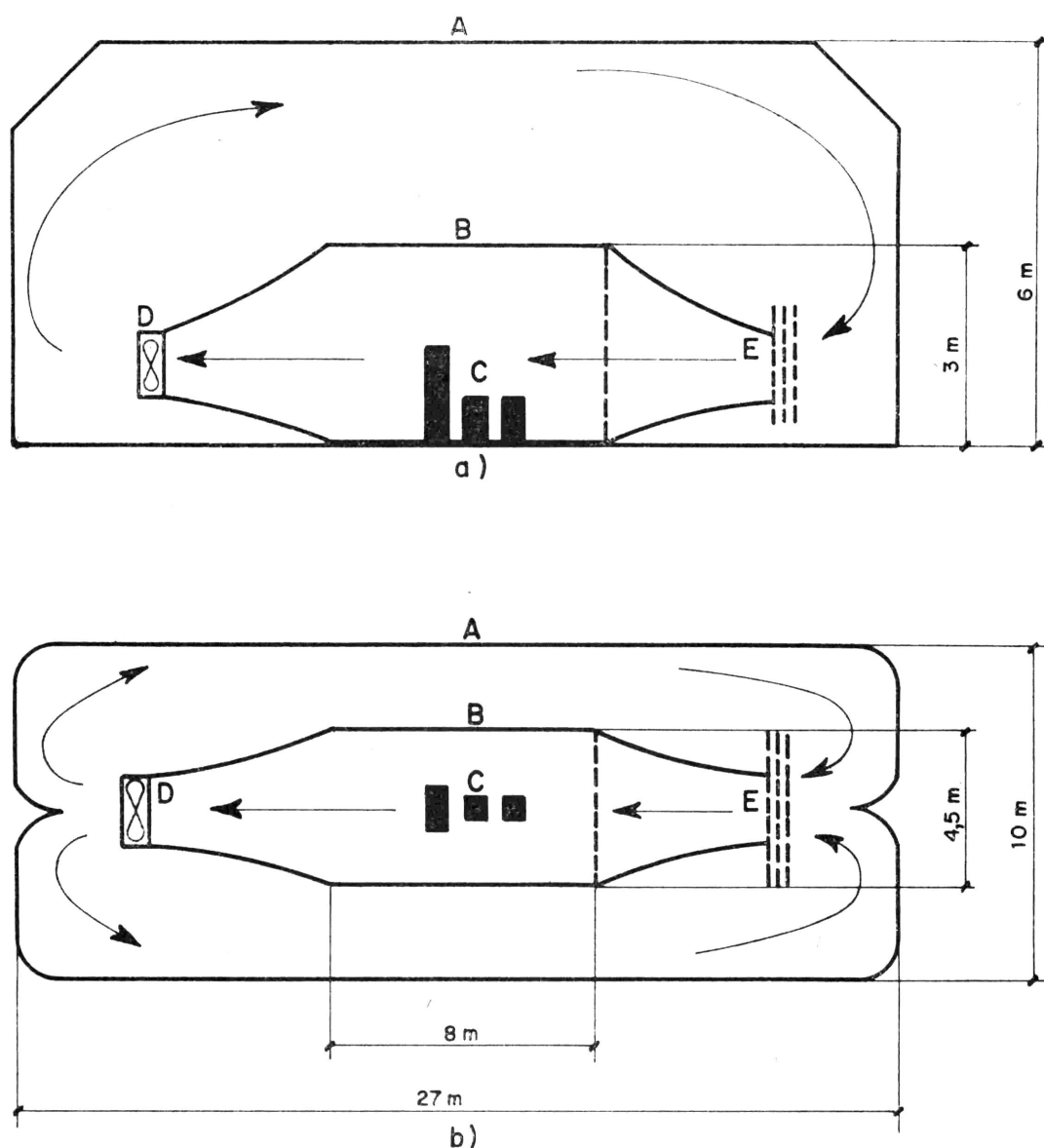
V = velocidad;

D = longitud;

ν = viscosidad cinemática.

En aerodinámica es necesario que los Re del modelo y del cuerpo real sean iguales para que pueda variarse la velocidad del viento de acuerdo con la relación del tamaño, y así alcanzar flujos de aire iguales en el modelo que en la escala natural.

4



Sin embargo, las investigaciones de Irminger y Nøkkentved (1), Smith (4) y Van Straaten y Wannenberg (5), demostraron que, en el caso de los edificios, el número de Reynolds es independiente del flujo de aire y que grandes variaciones en la velocidad del viento no afectan al flujo ni a la distribución de presiones en las superficies del edificio.

Invitado por la Building Research Station del Technion - Israel Institute of Technology, hemos tenido ocasión de seguir las experiencias desarrolladas en su Departamento de Climatología de la Construcción tendientes a encontrar los diseños óptimos de edificios altos que permitan una disminución de la polución atmosférica en ciertas zonas urbanas de Tel-Aviv, Jerusalén y Haifa. Para el estudio se utiliza un túnel de viento de baja velocidad cuyo esquema y dimensiones se muestran en la figura 4.

Las medidas del flujo de aire se realizan con anemómetros de hilo caliente situados a diferentes alturas. La determinación de las zonas de presión y turbulencias se efectúan mediante observaciones directas (ocular y/o fotográfica) siguiendo la traza del humo procedente de un generador.

Agradecimiento

El autor agradece las gentilezas y enseñanzas recibidas de los investigadores de la BRS de Israel, así como la ayuda económica y el apoyo prestado por el Instituto Eduardo Torroja, quien contribuyó a que este proyecto de estudio se hiciese realidad.

Referencias

- (1) J. O. V. Irminger y C. Nøkkentved: **Wind Pressure on Buildings**, Danmarke Naturvidenskabelige Samfund, København, 1930.
- (2) A. F. E. Wise, D. E. Sexton y M. S. T. Lillywhite: «Studies of air flow round buildings», **Architect's Journal**, vol. 141, 1965, págs. 1.185-1.189.
- (3) B. Givoni: **Ventilation problems in hot countries**. En preparación.
- (4) E. G. Smith: «The feasibility of using models for pre-determining natural ventilation», **Research Report n.º 26**, Texas Engineering Experimental Station, 1951.
- (5) J. F. Van Straaten, et al.: **Ventilation and thermal considerations in School building design**, N.B.R.I., Pretoria, 1965.

résumé

Planification urbaine et pollution atmosphérique

Arturo García Arroyo, Dr. ès Sciences

Compte tenu des variations de pression et des tourbillons qui se forment autour d'un édifice soumis à l'action du vent, il est possible de trouver les normes optimales de conception permettant une augmentation de la ventilation dans la zone où il est bâti. L'augmentation de la vitesse de l'air et les changements de direction peuvent servir à réduire la pollution atmosphérique en certains points des grandes zones urbaines. Pour une étude pratique du problème, il est recommandable de suivre la méthode des modèles réduits essayés à l'aide d'un tunnel aérodynamique à faible vitesse.

summary

Urban planning and atmospheric pollution

Arturo García Arroyo, Sc. Dr.

By taking into account turbulence and differences in pressure created around a building subjected to wind action, it is possible to discover the design guidelines which best permit increased ventilation in an urban zone. Increase in wind velocity and changes of direction can be used to diminish air pollution at definite points in large urban areas. For a practical study of the problem it is recommended to use small models in a low velocity wind tunnel.

zusammenfassung

Städteplanung und Luftverschmutzung

Arturo García Arroyo, Sc. Dr.

Unter Berücksichtigung der Luftströmungen und Druckunterschiede, die sich um ein Gebäude herum bilden, das dem Wind ausgesetzt ist, ist es möglich, optimale Normen für den Entwurf aufzustellen, der eine grössere Ventilierung der Gegend, in der das Gebäude errichtet wird, erlauben. Die zunehmende Windgeschwindigkeit und die Richtungsänderungen können dazu genutzt werden, um die Luftverschmutzung an bestimmten Stellen grosser Wohngebiete zu vermindern. Für eine praktische Untersuchung des Problems wird empfohlen, die Methode kleiner Modelle in einem Tunnel mit geringer Windgeschwindigkeit anzuwenden.